

Requested Patent: JP2000125489A  
Title: PERMANENT MAGNET MOTOR ;  
Abstracted Patent: JP2000125489 ;  
Publication Date: 2000-04-28 ;  
Inventor(s): FUKUDA YOSHIFUMI; NARITA KENJI; TSUKAMOTO SATOSHI ;  
Applicant(s): FUJITSU GENERAL LTD ;  
Application Number: JP19980290308 19981013 ;  
Priority Number(s): JP19980290308 19981013 ;  
IPC Classification: H02K1/27 ;  
Equivalents: ;

#### ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the reluctance torque of a permanent magnet motor while maintaining its magnet torque, and furthermore keep the strength of its rotor core.

**SOLUTION:** One permanent magnet 11 with a fan-shaped cross section is used for one pole of the rotor core 10 of inner-rotor type permanent magnet motor. The inner arc of the fan-shaped cross section of the permanent magnet 11 is made straight. The inner side of the fan-shape faces a center hole 4, and the outer side of the fan-shape is direct toward the outer circumference of the rotor core 10. A number of permanent magnets 11 as many as the number of poles are buried along the outer circumference of the rotor core 10 at equal intervals. The polarities of the adjacent permanent magnets 11 are set different. The interval (linking part (a)) between the permanent magnets 11 which make differing polarities is made wider, the farther it is in the outer circumference of the rotor core 10. A rivet 12 is inserted into the interval (linking part (a)) between the adjacent permanent magnets 11 with different polarities, and a caulking part 13 is formed in the interval.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-125489

(P2000-125489A)

(43)公開日 平成12年4月28日 (2000.4.28)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H02K 1/27

識別記号

501

F I

H02K 1/27

テーマコード(参考)

501A 5H622

501M

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全5頁)

(21)出願番号

特願平10-290308

(22)出願日

平成10年10月13日 (1998.10.13)

(71)出願人

000006611 株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72)発明者

福田 好史

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式

会社富士通ゼネラル内

(72)発明者

成田 憲治

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式

会社富士通ゼネラル内

(74)代理人

100083404

弁理士 大原 执也

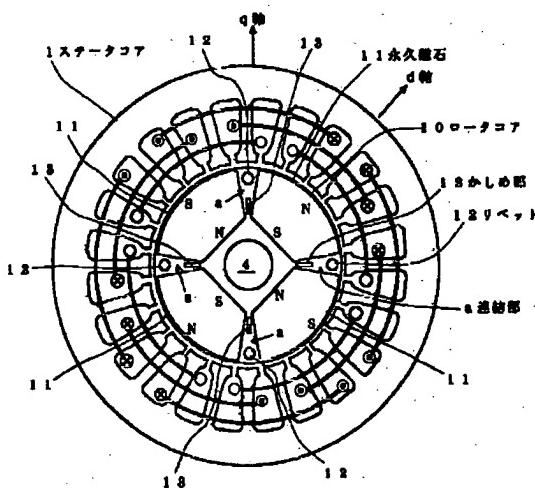
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 永久磁石電動機

(57)【要約】

【課題】 永久磁石電動機において、マグネットトルクを維持したままリラクタンストルクを上げ、かつロータコアの強度を保つ。

【解決手段】 インナーロータ型の永久磁石電動機において、ロータコア10の1極当り断面扇形状の永久磁石11を1つ用い、この永久磁石11の断面扇形状の内側弧を直線状とし、この扇形状の内側を当該中心孔4に向けるとともに、この扇形状の外側をロータコア10の外周に向け、この永久磁石11を当該極数分の永久磁石11をコア外周に沿って等間隔に埋設し、この隣接している永久磁石11を異極とし、この異極としている永久磁石11の間隔(連結部a)をロータコア10の外周ほど広くしてなる。隣接している異極の永久磁石11の間(連結部a)にはリベット12を通すとともに、かしめ部13を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石電動機において、前記ロータコアに埋設する永久磁石の断面を扇形状とし、かつ該扇形状の内側弧を直線状とし、該扇形状の内側を当該中心孔に向けるとともに、該扇形状の外側を前記ロータコアの外周に向け、該永久磁石を当該極数分の永久磁石をコア外周に沿って等間隔に埋設し、該隣接している永久磁石を異極とし、該異極としている永久磁石の間隔を前記ロータコアの外周ほど広くしてなることを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項2】ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石電動機において、前記ロータコアに埋設する永久磁石の断面を扇形状とし、かつ該扇形状の内側弧を直線状とし、該扇形状の外側弧と端辺との角を切り欠け、該扇形状の内側を当該中心孔に向けるとともに、該扇形状の外側を前記ロータコアの外周に向け、該永久磁石を当該極数分の永久磁石をコア外周に沿って等間隔に埋設し、該隣接している永久磁石を異極とし、該異極としている永久磁石の間隔を前記ロータコアの外周ほど広くしており、前記永久磁石を埋設する孔は内側弧を直線状とした扇形状であり、該扇形状に埋設した永久磁石の両端側にフラックスバリアを形成するようにしたことを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項3】前記隣接している異極の永久磁石の間隔について、少なくとも前記ロータコアの外周側間隔は前記ステータコアの歯端の幅の1.5倍以内とし、前記永久磁石の断面扇形状の外側弧と前記ロータコアの外周との幅は前記異極の永久磁石の間隔より狭くしてなる請求項1または2記載の永久磁石電動機。

【請求項4】前記隣接している異極の永久磁石の間（連結部）には、少なくともリベットを前記ロータコアの外周側に通してなる請求項1または2記載の永久磁石電動機。

【請求項5】前記永久磁石はフェライト磁石である請求項1, 2, 3または4記載の永久磁石電動機。

【請求項6】前記ロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとしてなる請求項1, 2, 3または4記載の永久磁石電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、空気調和機や冷蔵庫のコンプレッサ等に用いるインナーロータ型の永久磁石電動機に係り、特に詳しくはリラクタンストルクを有効利用して高効率化を可能とする永久磁石電動機に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】この種の永久磁石電動機のインナーロータ構成は、ロータコアに永久磁石を埋設しており、例え

ば図4に示すものが提案されている。

【0003】図4に示すように、24スロットのステータコア1内のロータコア2には、当該永久磁石電動機の極数（4極）分だけ蒲鉾状の永久磁石3が外径に沿って円周方向に埋設されている。なお、4は中心孔（シャフト用の孔）であり、5はリベットであり、6はかしめ部である。

【0004】この場合、永久磁石3の形状はほぼ断面扇状であり、この扇状の外側弧をコア外周に沿って、また、その扇状の内側弧を直線としていることから、永久磁石3の使用量（磁石量）が多く、大きいマグネットトルクを得ることができる。

【0005】また、前記扇状の内側は直線としているため、コア中心部には正方形のボス部が形成され、リベット5を通し、かしめ部6を形成することができ、しかも永久磁石3と中心孔4との距離もあり、コア強度の面からも好ましい。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記永久磁石電動機においては、隣接する永久磁石3の間が狭く、ステータコア1からの磁路が確保されないため、リラクタンストルクの利用ができず、モータ効率の向上が見込めないという欠点がある。すなわち、中心孔4の周囲にリベット5を通し、かつかしめ部6を形成するためには、隣接する永久磁石3の間隔をできるだけ狭くしないと、永久磁石3の使用量が少なくなってしまい、その結果、マグネットトルクが小さくなってしまうからである。

【0007】この発明は前記課題に鑑みなされたものであり、その目的は、マグネットトルクを維持しながら、コア強度を下げずに、リラクタンストルクを有効利用することができ、ひいてはモータ効率の向上を図ることができるようにした永久磁石電動機を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、この発明は、ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石電動機において、前記ロータコアに埋設する永久磁石の断面を扇形状とし、かつ該扇形状の内側弧を直線状とし、該扇形状の内側を当該中心孔に向けるとともに、該扇形状の外側を前記ロータコアの外周に向け、該永久磁石を当該極数分の永久磁石をコア外周に沿って等間隔に埋設し、該隣接している永久磁石を異極とし、該異極としている永久磁石の間隔を前記ロータコアの外周ほど広くしてなることを特徴としている。

【0009】この発明は、ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石電動機において、前記ロータコアに埋設する永久磁石の断面を扇形状とし、かつ該扇形状の内側弧を直線状とし、該扇

形状の外側弧と端辺との間隔による角を切り欠け、該扇形状の内側を当該中心孔に向けるとともに、該扇形状の外側を前記ロータコアの外周に向け、該永久磁石を当該極数分の永久磁石をコア外周に沿って等間隔に埋設し、該隣接している永久磁石を異極とし、該異極としている永久磁石の間隔を前記ロータコアの外周ほど広くしており、前記永久磁石を埋設する孔は内側弧を直線とした扇形状であり、該扇形状に埋設した永久磁石の両端側にフラックスバリアを形成するようにしたことを特徴としている。

【0010】この場合、前記隣接している異極の永久磁石の間隔について、少なくとも前記ロータコアの外周側の間隔は、前記ステータコアの歯端の幅の1.5倍以内とし、前記永久磁石の断面扇形状の外側弧と前記ロータコアの外周との幅は前記異極の永久磁石の間隔より狭くすると好ましい。

【0011】前記隣接している異極の永久磁石の間（連結部）には、少なくともリベットを前記ロータコアの外周側に通すとよい。

【0012】前記永久磁石はフェライト磁石であるといい。

【0013】前記ロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとするとよい。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図1ないし図3を参照して詳しく説明する。なお、図中、図4と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

【0015】この発明の永久磁石電動機は、ロータコアに埋設する永久磁石の断面形状が扇形状とし、かつ同扇形状の内側弧が直線であっても、リベットおよびかしめ部をロータの外周で $q$ 軸近傍に配置するための隣接する永久磁石の端辺（直線）の間隔をロータコア外周方向に広げれば、前記扇形状の内側（直線部分）を当該中心孔に近づけることができ、これにより、永久磁石の使用量を減らすことなくステータコアからの磁路を確保し、またリベットを通し、かしめ部を形成してコア強度が図れることに着目したものである。

【0016】そのため、図1および図2に示すように、この永久磁石電動機のロータコア（磁石埋込型界磁鉄心）10には、図4と同様に内側弧を直線とした断面扇形状の永久磁石11をロータコア外周に沿って当該極数（四極）分だけ等間隔に埋設し、かつ隣接する極の永久磁石11を異極にしているが、隣接する永久磁石11の断面扇形状の端辺を平行とせず、その端辺間隔をロータコア10の外周ほど広くし、つまりロータコア10の外周リング部と中心孔4の周りのヨーク部とをつなぐ連結部aの幅を内側から外側に向けて広くしている。

【0017】なお、永久磁石11の扇形状の外側弧とロータコア10の外周との間隔（外周リング部の幅）は、

前記連結部aの幅より狭くなっている、磁束の漏洩、短絡を防止するとともに、永久磁石の使用量を多くしている。

【0018】前記連結部aの幅（隣接する永久磁石11の間隔）について説明すると、ロータコア10の外周側の間隔は少なくともリベット12を通す程度の幅を確保し、例えばステータコア1の歯端の幅の1.5倍以内とし、中心孔4側の間隔は少なくともかしめ部13を形成する程度の幅を確保する。これにより、コア強度が必要程度保てる一方、ステータコア1からの磁束の路（磁路）をより確保することができ、インダクタンス差（ $L_d - L_q$ ）の値が大きくなればリラクタンストルクが大きくなる。

【0019】また、隣接する永久磁石11の端辺が平行でないため、永久磁石11の使用量が減ることになるが、永久磁石11の断面扇形状の内側弧の直線を中心孔4に近づけることにより、永久磁石11の使用量を増やすことができ、ひいてはトータルの使用量としては従来と変わらず、マグネットトルクの維持が可能である。

【0020】図3に示すように、ロータコア20に埋設する永久磁石21の断面扇形状の外側弧と端辺との角を切り欠き、永久磁石21の端部にフラックスバリア22a, 22bを形成し、磁束の漏洩、短絡を防止する。この場合、永久磁石21を埋設する孔およびフラックスバリア22a, 22bの孔は1つの孔23で済み、しかもこの孔23に埋め込んだ永久磁石21がロータコア20の回転時に動くこともない。

【0021】なお、図3中、図1と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略し、ステータコアについては図1を参照されたい。

【0022】前記ロータコア10, 20の製造においては、コアプレス金型を用いて自動プレスで電磁鋼板を打ち抜き、金型内でかしめて一体的に形成するコア積層方式（自動積層方式）を採用する。

【0023】このプレス加工工程において、中心孔4、永久磁石11の埋設孔、かしめ部12、リベット13を通す孔を打ち抜き、図2に示すように、自動的にプレスし、コアシート10aをかしめながら積層してロータコア10を形成する。なお、図3に示すロータコア20の場合には、永久磁石11の埋設孔とフラックスバリア22a, 22bの孔とは一体化した孔23として打ち抜く。

【0024】かかる後、成形した低コストのフェライト磁石を永久磁石11, 21の孔に埋設し、かつ永久磁石11, 21を厚さ方向（ロータコア10の径方向）に磁化、着磁する。

【0025】また、図2に示すように、ロータコア10, 20の両端部に蓋をした後、リベット13を通してかしめて当該ロータコア10, 20の製造が終了する。したがって、ロータコア10, 20の製造コストは従来

と殆ど同じに済む。

【0026】図1について、追加的に説明すると、これは、永久磁石電動機が三相四極モータとした場合であり、24スロットのステータコア10にはU相、V相およびW相の電機子巻線が施されており、外径側の電機子巻線がU相、内径側の電機子巻線がW相、その中間の電機子巻線がV相になっているが、スロット数や電機子巻線数が異なってもよい。

【0027】また、前述したロータコア10をDCブラシレスモータに利用し、例えば空気調和機のコンプレッサ等に適用すれば、空気調和機の性能アップ、信頼性の向上が図れる。

#### 【0028】

【発明の効果】以上説明したように、この永久磁石電動機の請求項1記載の発明によると、ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石電動機において、前記ロータコアに埋設する永久磁石の断面を扇形状とし、かつこの扇形状の内側弧を直線状とし、この扇形状の内側を当該中心孔に向けるとともに、該扇形状の外側を前記ロータコアの外周に向け、この永久磁石を当該極数分の永久磁石をコア外周に沿って等間隔に埋設し、この隣接している永久磁石を異極とし、この異極としている永久磁石の間隔を前記ロータコアの外周ほど広くしてなるので、隣接する永久磁石の間（連結部）にリベットを通して、さらにかしめ部を形成してコア強度を図ることができる一方、このリベットおよびかしめ部を当該中心孔の付近に設けずに済み、したがって永久磁石の断面扇形状の内側を当該中心孔に近付け、隣接する永久磁石の間隔を広くすることにより同永久磁石の使用量が減る分を補ってマグネットトルクを維持することができる。また、ロータコアの強度を低下することなくステータコアからの磁束の路（磁路）を確保することができ、つまりリラクタンストルクを有効利用することができ、ひいては高効率モータを実現することができるという効果がある。

【0029】請求項2記載の発明によると、ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石電動機において、前記ロータコアに埋設する永久磁石の断面を扇形状とし、かつこの扇形状の内側弧を直線状とし、この扇形状の外側弧と端辺とによる角を切り欠け、この扇形状の内側を当該中心孔に向けるとともに、この扇形状の外側を前記ロータコアの外周に向け、この永久磁石を当該極数分の永久磁石をコア外周に沿って等間隔に埋設し、この隣接している永久磁石を異極とし、この異極としている永久磁石の間隔を前記ロータコアの外周ほど広くしており、前記永久磁石を埋設する孔は内側弧を直線状とした扇形状であり、該扇形状に埋設した永久磁石の両端側にフラックスバリアを形成するようにしたので隣接する永久磁石の間にリベットを通して、かしめ部を形成してコア強度を図ることができる。

一方、このリベットおよびかしめ部を当該中心孔の付近に設けずに済み、したがって永久磁石の断面扇形状の内側を当該中心孔に近付け、隣接する永久磁石の間隔が広くなることにより同永久磁石の使用量が減る分を補ってマグネットトルクを維持することができる。また、ロータコアの強度を低下することなくステータコアからの磁束の路（磁路）を確保することができるとともに、リラクタンストルクを有効利用することができ、しかもフラックスバリアによって磁束の漏洩、短絡を防止することができることから、より高効率のモータを実現することができるという効果がある。

【0030】請求項3記載の発明によると、請求項1または2における隣接している異極の永久磁石の間隔について、少なくとも前記ロータコアの外周側間隔は前記ステータコアの歯端の幅の1.5倍以内とし、前記永久磁石の断面扇形状の外側弧と前記ロータコアの外周との幅は前記異極の永久磁石の間隔より狭くしてなるので、請求項1または2の効果に加え、永久磁石の使用量を減らすことなく、ステータコアからの磁路を確保し、よりリラクタンストルクの発生に寄与するという効果がある。

【0031】請求項4記載の発明によると、請求項1または2において前記隣接している異極の永久磁石の間（連結部）には、少なくともリベットを前記ロータコアの外周側に通してなるので、請求項1または2の効果に加え、永久磁石の使用量を減らすことなく、前記リベット通しが余裕をもってでき、さらにその余裕箇所にかしめ部を形成することができることから、ロータコアの強度を保つことができるという効果がある。

【0032】請求項4記載の発明によると、請求項1、2、3または4における永久磁石はフェライト磁石であるので、請求項1、2、3または4の効果に加え、希土類磁石等の高価な材料を使用しなくとも、必要なマグネットトルクおよびリラクタンストルクを得ることが可能であり、つまり高効率の低コストモータを実現することができるという効果がある。

【0033】請求項6記載の発明によると、請求項1、2、3または4におけるロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとしてなるので、請求項1、2、3または4の効果に加え、例えば空気調和機のコンプレッサ等のモータに適用すれば、空気調和機の性能アップ、信頼性の向上が図られ、さらには低コスト化が図れるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の形態を説明するための永久磁石電動機の概略的平面図。

【図2】図1に示す永久磁石電動機を構成するロータコアの概略的断面図。

【図3】この発明の他の実施の形態を説明するためのロータコアの概略的平面図。

【図4】従来の永久磁石電動機を説明するための概略的

## 平面圖。

### 【符号の説明】

- 1 ステータコア
  - 4 中心孔(シャフト用軸孔)
  - 10, 20 ロータコア(磁石埋込型界磁鉄心)
  - 10a コアシート

11, 21 永久磁石

## 12 リベット

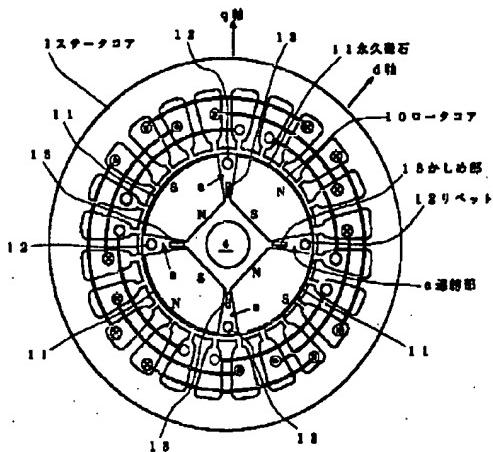
13 かしめ部

## 22a, 22b フラックスバリア

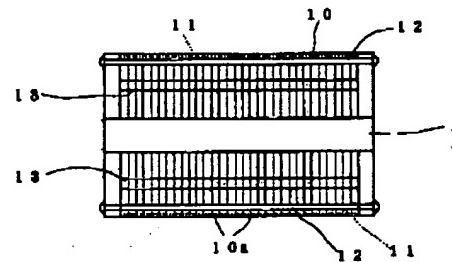
### 2.3 孔(永久磁石用およびフラックスバリア用)

### a 連結部

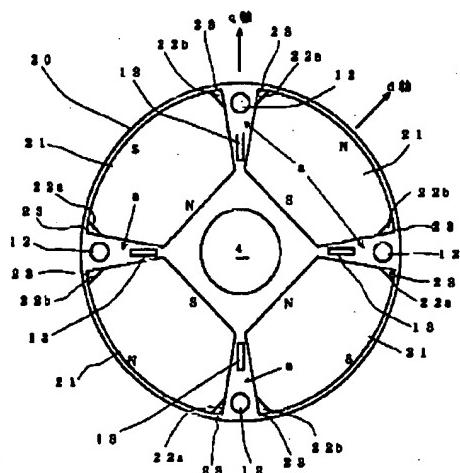
〔図1〕



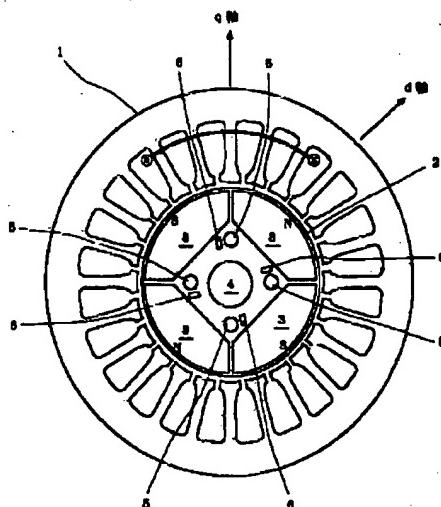
〔图2〕



(☒ 3)



(图4)



## フロントページの続き

(72)発明者 塚本 聰

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
会社富士通ゼネラル内

Fターム(参考)：5H622 AA03 CA02 CA07 CA10 CA13

CB04 CB05 DD01 PP03 PP10

PP11 PP14 PP16 PP18 QB05